Neue Anwendungsmöglichkeiten der Pulverbeschichtung

Teilprojekt

Pulverbeschichtung von Wischersystemen

Im Auftrag der
ABAG-Abfallberatungsagentur
Baden-Württemberg

projektbericht

Teilprojektträger:
ITT Automotive Europe GmbH Frankfurt
Werk Bietigheim - Bissingen
Stuttgarter Straße 119
74321 Bietigheim-Bissingen
Ansprechpartner: Herr Lösch

Kooperationspartner:
Akzo Nobel Powder Coatings GmbH
Eisenmann Maschinenbau KG
Karl Wörwag Lack- und Farbenfabrik GmbH & Co. KG
J. Wagner GmbH

Projektbegleiter:
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik
und Automatisierung, Stuttgart

IPA

Dipl.-Ing. (FH) U. Hoffmann

September 1996

Fraunhofer Institut
Produktionstechnik und
Automatisierung

Erarbeitung:

Dipl.-Ing. (FH) U. Hoffmann
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA), Stuttgart

Für die stets kooperative Mitwirkung an diesem Projekt bedankt sich das IPA bei allen Beteiligten des Hauses ITT Automotive Europe GmbH Frankfurt, Werk Bietigheim-Bissingen. Einen besonderen herzlichen Dank spricht das IPA gemeinsam mit der ABAG den Herren Fritz, Karle, Keilberg, Leitermann, Lösch, Dr. Meyer, Mothes und Schäfer aus.

Die Machbarkeitsuntersuchung verschiedener neuer Anwendungen wird vom Arbeitskreis „Neue Anwendungsmöglichkeiten der Pulverbeschichtung" begleitet. Beiträge und Erfahrungen fachlich qualifizierter Vertreter aus Industrie und öffentlichen Institutionen fließen in die Untersuchungen ein.

Die Durchführung dieses Modellprojekts sowie die wissenschaftliche Begleitung wurden mit Mitteln aus der Sonderabfallabgabe des Landes Baden-Württemberg unterstützt.

Herausgeber:
ABAG-Abfallberatungsagentur
Geschäftsbereich der
SBW-Sonderabfallentsorgung Baden-Württemberg GmbH
Stauferstr. 15
70736 Fellbach
Tel.: 0711 / 95 19 11 - 0
Fax: 0711 / 95 19 11 - 20

ABAG-itm
Gesellschaft für innovative Technologie- und Managementberatung mbH
Sachsenstraße 12
D - 75177 Pforzheim
Tel.: 07231/ 47252-0
Fax. -20
e-mail: info@abag-itm.de
Internet: www.abag-itm.de

September 1996

Gedruckt auf: weiß mattgestrichen Offset chlorfrei gebleicht (Umschlag)

Alle Rechte der Verbreitung, auch durch Film, Funk und Fernsehen, fotomechanische Wiedergabe, Tonträger jeder Art, auszugsweisen Nachdruck oder Einspeicherung und Rückgewinnung in Datenverarbeitungsanlagen aller Art, sind vorbehalten.

Vorwort

Die qualitativen Anforderungen an Beschichtungen sind hoch. Das Aussehen der lackierten Werkstücke (z.B. Farbton, Effekt, Glanz) und ihre mechanischen Eigenschaften (z.B. Härte, Witterungsbeständigkeit) bestimmen die dekorative und funktionelle Qualität der Beschichtung. Diese Anforderungen haben einen maßgeblichen Einfluß auf die Wahl der Beschichtungsmaterialien und der Auftragsverfahren. Des weiteren nehmen die gesetzlichen Anforderungen an Lackierprozesse zu. Neben der Anforderung zur Verringerung der Emissionen organischer Lösemittel stellt bei vielen Lackierbetrieben der Sonderabfall noch immer ein Problem dar.

In der Praxis muß die Anwendbarkeit abfall- und emissionsärmerer Lackierprozesse in jedem Einzelfall im Vorfeld geprüft werden. Dabei ist erforderlich, daß Anwender, Lackhersteller, Gerätehersteller und Anlagenbauer zusammenarbeiten und neben der Prüfung im Labor auch Tests im produktionstechnischen Maßstab durchgeführt werden, um Planungs- und Prozeßsicherheit zu erlangen. Diese Machbarkeitsuntersuchungen können zeit- und kostenintensiv sein. Die ABAG hat daher diese Machbarkeitsuntersuchung mit Mitteln aus der Sonderabfallabgabe des Landes Baden-Württemberg gefördert. Über die bekannten Anwendungen der Pulverbeschichtung hinaus werden dabei weitere Anwendungsmöglichkeiten von Pulverbeschichtungen untersucht. Ziel ist, eine Reduzierung des Lackschlammaufkommens durch abfallärmere und damit wirtschaftlichere Lackiertechniken zu erreichen.

Durch Weiterentwicklungen in den Bereichen Pulverlacksysteme, Applikationstechnik und Anlagensysteme ist zukünftig eine Ausweitung der Anwendung der Pulverbeschichtung zu erwarten. Der Folgeschritt, nämlich die Umsetzung der Entwicklungsergebnisse in die Produktion, macht erhebliche Anstrengungen aller Beteiligten erforderlich. Neben technischen und abfallwirtschaftlichen Gesichtspunkten ist die Umstellung von einem Naßlackierverfahren auf die Pulverbeschichtung unter Umweltgesichtspunkten als eine Maßnahme des produktionsintegrierten Umweltschutzes anzusehen. Dabei sind Produktplanung, Produktionsverfahren und Fabrikplanung im Zusammenhang zu sehen. Wirtschaftliche und umweltschonende in den Produktionsprozeß integrierte Techniken erfordern oftmals zur Erlangung der Prozeß- und Fertigungssicherheit erhebliche Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen und sind in der Regel mit Neuinvestitionen (Gebäude, Anlagentechnik) verbunden. Für die Unternehmen stellt die abfallarme Pulverbeschichtung als produktionsintegrierte Umweltverfahrenstechnik eine Chance dar, ihre Produkte wirtschaftlicher und umweltschonender herzustellen bei Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit.

Dr. Bernhard Schaible
Geschäftsführer der ABAG

Inhaltsverzeichnis

		Seite
Kurzfassung		6
1	**Stand der Technik**	8
1.1	Stand der Technik zur Beschichtung von Wischersystemen	8
1.2	Weiterentwicklung des Stands der Technik durch dieses Projekt - Zielsetzung	8
2	**Kurzbeschreibung des Anwenders (Teilprojektträger)**	11
3	**Zustand der Lackiererei**	12
3.1	IST-Zustand	12
3.2	Geplanter SOLL-Zustand	13
4	**Durchgeführte Untersuchungen und Ergebnisse**	16
4.1	Pulverlackentwicklung und -herstellung	16
4.2	Gerätetechnik	17
4.3	Anlagentechnik	19
4.4	Praxisorientierte Untersuchungen im Technikum	20
5	**Vergleich der Pulverlacktechnik mit dem IST-Zustand**	27
5.1	Fertigungstechnik	27
5.2	Umweltbelastungen	28
5.3	Kosten	29
5.4	Qualität	30
6	**Ergebnisse**	31
7	**Ausblick - Weiteres Vorgehen**	33
Abbildungsverzeichnis		
Anhang		
A1	**Projekt-Arbeitsgemeinschaft**	34

Abbildungsverzeichnis

Seite

Abb. I :	Projektübersicht	7
Abb. 1 :	Wischanlagen	11
Abb. 2 :	Verfahrensablauf IST-Zustand	12
Abb. 3 :	Kostenanalyse IST-Zustand ohne Lohnkosten für Teileauf- und -abgabe	14
Abb. 4 :	Verfahrensablauf SOLL-Zustand	14
Abb. 5 :	Schemadarstellung zur Bewegungstechnik	18
Abb. 6 :	Schemadarstellung zur Anlagentechnik	19
Abb. 7 :	Geplante Pulverkabine	20
Abb. 8 :	Fraunhofer IPA Pulverlacktechnikum	21
Abb. 9 :	Korngrößenverteilung der Pulverlacke (Frischpulver) im Vergleich	22
Abb. 10 :	Korngrößenverteilung des Recyclingpulvers (Kooperationspartner 2)	23
Abb. 11 :	Auswertung der Beschichtungsversuche zur Ermittlung der Auftragswirkungsgrad-Werte	24
Abb. 12 :	Auswertung der Beschichtungsversuche bzgl. der Beschichtungsqualität (Standardabweichung)	25
Abb. 13 :	Prüfprotokoll-Beispiel einer Versuchsreihe	26
Abb. 14 :	Vergleich der Verfahrenstechnik ohne Nachlackierung	27
Abb. 15 :	Reduzierung der Umweltbelastungen durch die Pulverlacktechnik	29
Abb. 16 :	Kostenanalyse Pulverlacktechnik ohne Lohnkosten für Teileauf- und -abgabe	30
Abb. 17 :	Ergebnisüberblick	32

Kurzfassung

Im Werk Bietigheim stellt die ITT Automotive Europe GmbH Wischersysteme für die Automobilindustrie her. Die Lackierung erfolgt mit lösemittelhaltigen Grund- und Decklacken mit elektrostatik-unterstützten Druckluftzerstäubern. Die Lackmaterialausnutzung (Festkörper) liegt - wie bei diesem Verfahren üblich - bei ca. 53 %. Dadurch fallen jährlich 65 t Lackschlamm als Sonderabfall an. In einer Arbeitsgemeinschaft wurde im wettbewerbsfreien Vorfeld unter praxisnahen Bedingungen die Realisierbarkeit der Pulverlacktechnik für Wischersysteme geprüft (Abb. I). Die Pulverlacktechnik stellt für die Beschichtung von Wischerteilen einen völlig neuen Weg dar. Die Projektergebnisse sind erfolgversprechend:

Die am Projekt beteiligten Pulverlackhersteller entwickelten hochwetterbeständige Dünnschicht-Pulverlacke und prüften diese nach den Qualitätsvorgaben. Beim Gerätehersteller wurden in Versuchen die geeigneten Applikationsausstattungen und Lackierparameter ermittelt. Der Anlagenhersteller plante den erforderlichen Anlagenumbau und berechnete die Investitionskosten.

Im Fraunhofer IPA Pulverlacktechnikum erfolgte die Überprüfung der Prozeßsicherheit über die Messung der Pulvercharakteristik von Recyclingpulvern sowie durch die Bestimmung der zu erwartenden Recyclingpulveranteile. Weiterhin führte das Fraunhofer IPA eine Bilanzierung der Lackierkosten und Umweltbelastungen durch.

Mit den untersuchten Pulverlacken sind die Spezifikationsvorgaben (Korrosionsschutz, Aussehen) erfüllbar. Die Vorgaben der ITT Automotive Europe GmbH können hinsichtlich der Beschichtungstechnik (Schichtdicke und -verteilung) eingehalten werden. Die Pulverlacktechnik ist in den Fertigungsablauf integrierbar. Die lackierrelevanten Sonderabfälle und der Lösemitteleinsatz werden um ca. 95 % reduziert. Bei der Ökonomiebetrachtung zeigte sich ein zu erwartendes Einsparpotential von ca. 12 % gegenüber der IST-Situation für die gesamten Lackierkosten.

Wegen der vielversprechenden Einsparpotentiale bei den Lackierkosten und bei den Umweltbelastungen plant die ITT Automotive Europe GmbH, die Pulverlacktechnik in einem Folgeprojekt für die Umsetzung vorzubereiten.

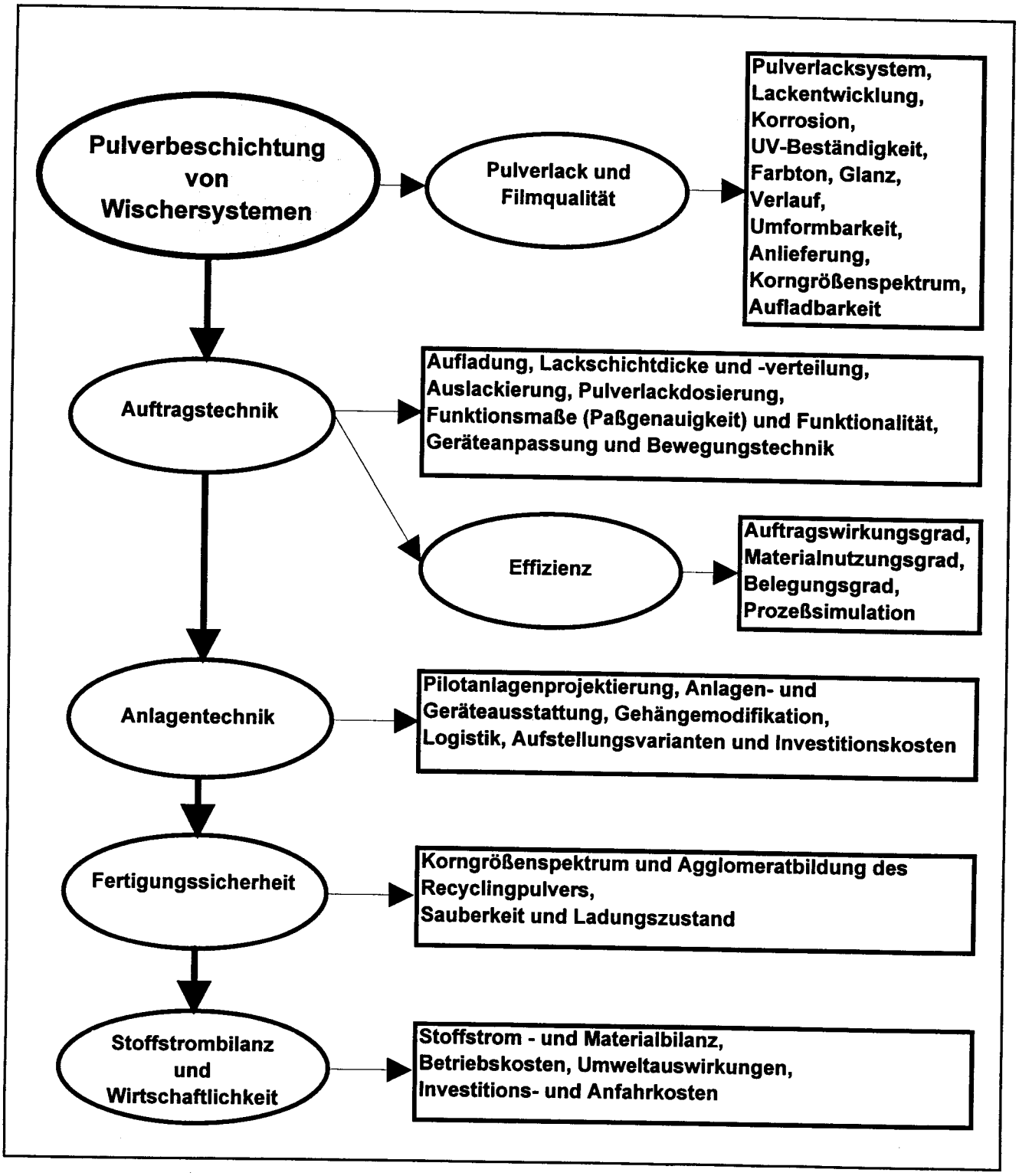


Abb. I : Projektübersicht

1 Stand der Technik

1.1 Stand der Technik zur Beschichtung von Wischersystemen

Die Wischersysteme für Fahrzeuge werden aus Einzelteilen und vormontierten Teilen (galvanisch-, feuer-, bezinalverzinkt, Zinkdruckguß) hergestellt. Die Qualitätsanforderungen an die Wischersysteme umfassen die Spezifikationen der internationalen Automobilindustrie. Besonders wichtig ist neben der Optik der Korrosionsschutz. Aus diesem Grund werden die Teile in der Regel nach der Reinigung zinkphosphatiert und passiviert. Die Lackierung erfolgt in der westeuropäischen und nordamerikanischen Branche mit flüssigen, lösemittelhaltigen Grund- und Decklacken. Bei einem Hersteller von Wischersystemen wird auch schon Wasserlack eingesetzt. Die Lackverarbeitung erfolgt meist mit Lackierautomaten (z.B. Hubautomat), die mit Druckluftzerstäubern oder mit elektrostatikunterstützten Zerstäubern ausgestattet sind. In Einzelfällen werden Hochrotationsscheibenanlagen in Omega-Schleifen eingesetzt.

1.2 Weiterentwicklung des Stands der Technik durch dieses Projekt - Zielsetzung

Eine Alternative zur Naßlackbeschichtung der Wischersysteme stellt die elektrostatische Pulverbeschichtung dar. Die Pulverbeschichtungstechnik wird in der westeuropäischen und nordamerikanischen Branche bisher nicht für die Wischerteilebeschichtung eingesetzt. Die Gründe hierfür sind :

* Es bestehen keine Erfahrungen bzgl. der Pulverfilmqualität bei dünnen, witterungsbeständigen Lackschichten (Korrosionsschutz, UV-Beständigkeit und Lackfilmverlauf), wie sie im Automobilbereich gefordert sind.
* Bei der Pulverbeschichtung kommt es oft zu Störungen durch Überbeschichtungen an Werkstückkanten (Bohrungen, Paßgenauigkeit bei der Montage).
* Die Pulverbeschichtung weist i.d.R. hohe Schichtdicken auf, d.h. die Prägeerkennung an der Innenseite der Wischerarme ist nicht gesichert.
* Die Beschichtung muß anschließende mechanische Umformprozesse ermöglichen.

* Die an den Wischerarmen montierten Gelenkteile dürfen durch die Beschichtung nicht verkleben.
* Die Teile müssen vollständig auslackiert werden (Faraday-Käfig im Gelenkteil).

Auf der anderen Seite weist die Pulverbeschichtung von Wischersystemen gegenüber der Naßlackbeschichtung ein signifikantes Kosteneinsparpotential auf und vermeidet gleichzeitig Sonderabfälle und Emissionen.

Diese Problemfelder werden bei diesem spezifischen Anwendungsfall im Rahmen einer Machbarkeitsstudie untersucht und die technische sowie wirtschaftliche Realisierbarkeit der Pulverbeschichtung beurteilt. Diese Machbarkeitsstudie wird im wettbewerbsfreien Vorfeld partnerschaftlich durchgeführt. Beteilig sind das Anwenderunternehmen, der Lackhersteller, ein Lackiergeräte- und ein Anlagenhersteller gemeinsam mit dem Fraunhofer IPA im Rahmen einer Arbeitsgemeinschaft der Fachunternehmen innerhalb eines Projektteams (siehe Anhang).

Die wesentlichen Aufgabenstellungen verteilen sich wie folgt :

* Pulverlackhersteller :
  - Pulver-Auswahl nach den Spezifikationsvorgaben bzgl. Korrosionsschutz, UV-Beständigkeit, Glanz etc..
  - Wirtschaftlichkeitsvergleich (materialspezifisch) Naß- zu Pulverlack.

* Lackiergerätehersteller :
  - Auslegung und Tests der Pulver-Applikationstechnik.
  - Technische Problemlösung bzgl. Pulverdosierung, Steuerungstechnik, direktem Pulverrecycling, applizierbarer Schichtdicke und Fertigungssicherheit der Pulverlackversorgungseinrichtung.

* Anlagenhersteller :
  - Ausarbeitung einer geeigneten Anlagenalternative (Auslegung Spritzkabine inkl. Anlage für Konditionierung der Kabinenluft sowie Auslegung der Trocknungsöfen).
  - Kostenvergleich bzgl. Pulverkabinentechnik und konventioneller Naßlackkabinentechnik.
  - Technische Problemlösung für das Pulveraustragsystem.

* Anwender:
  - Definition der Ziele und der Qualitätsanforderungen.
  - Erarbeitung eines Pflichtenheftes.
  - Durchführung der internen Qualitätstests.
  - Im Auftrag des Anwenders hat das Fraunhofer IPA die Aufgaben, die Entwicklungsergebnisse des Projektteams unter produktionsähnlichen Bedingungen im Fraunhofer IPA-Technikum zu überprüfen und im Auftrag der ABAG eine Ökonomie- und Ökologiebewertung der Pulverbeschichtungstechnik im Vergleich zum IST-Zustand des betrachteten, betriebsspezifischen Anwendungsfalls durchzuführen.

2 Kurzbeschreibung des Anwenders (Teilprojektträgers)

Die ITT Automotive Europe GmbH ist ein internationaler Automobilzulieferant und Hersteller von Bremssystemen, Komfortprodukten (z.B. Fensterheber), Wischer- und Belüftungssystemen sowie Leuchten. Die Mitarbeiteranzahl für ITT Automotive Europe GmbH beträgt z.Z. europaweit 11.600; davon in Deutschland rund 8.000. Im Werk Bietigheim-Bissingen werden mit rund 2.500 Mitarbeitern hauptsächlich Wischersysteme (Abb. 1) für die Erstausstattung bei namhaften Automobilherstellern produziert. Die hergestellten Wischer werden just in time den mitteleuropäischen Werken der Automobilindustrie angeliefert.

Abb. 1 : Wischanlagen

3 Zustand der Lackiererei

3.1 IST-Zustand

Im Werk Bietigheim lackiert die ITT Automotive Europe GmbH täglich rund 50.000 Wischersysteme, bestehend aus Einzelteilen und vormontierten Teilen für Scheibenwischerblätter und -arme. Die Lackierung wird im Drei-Schichtbetrieb durchgeführt. Den Verfahrensablauf der Wischerbeschichtung zeigt Abbildung 2. Nach der Vormontage und Bereitstellung der Werkstücke werden diese auf geometrieabhängige Warenträger aufgesteckt (Verfahrensschritt 1) und durchlaufen den wässrigen Vorbehandlungsbereich (Verfahrensschritt 2) mit anschließendem Haftwassertrockner (Verfahrensschritt 3).

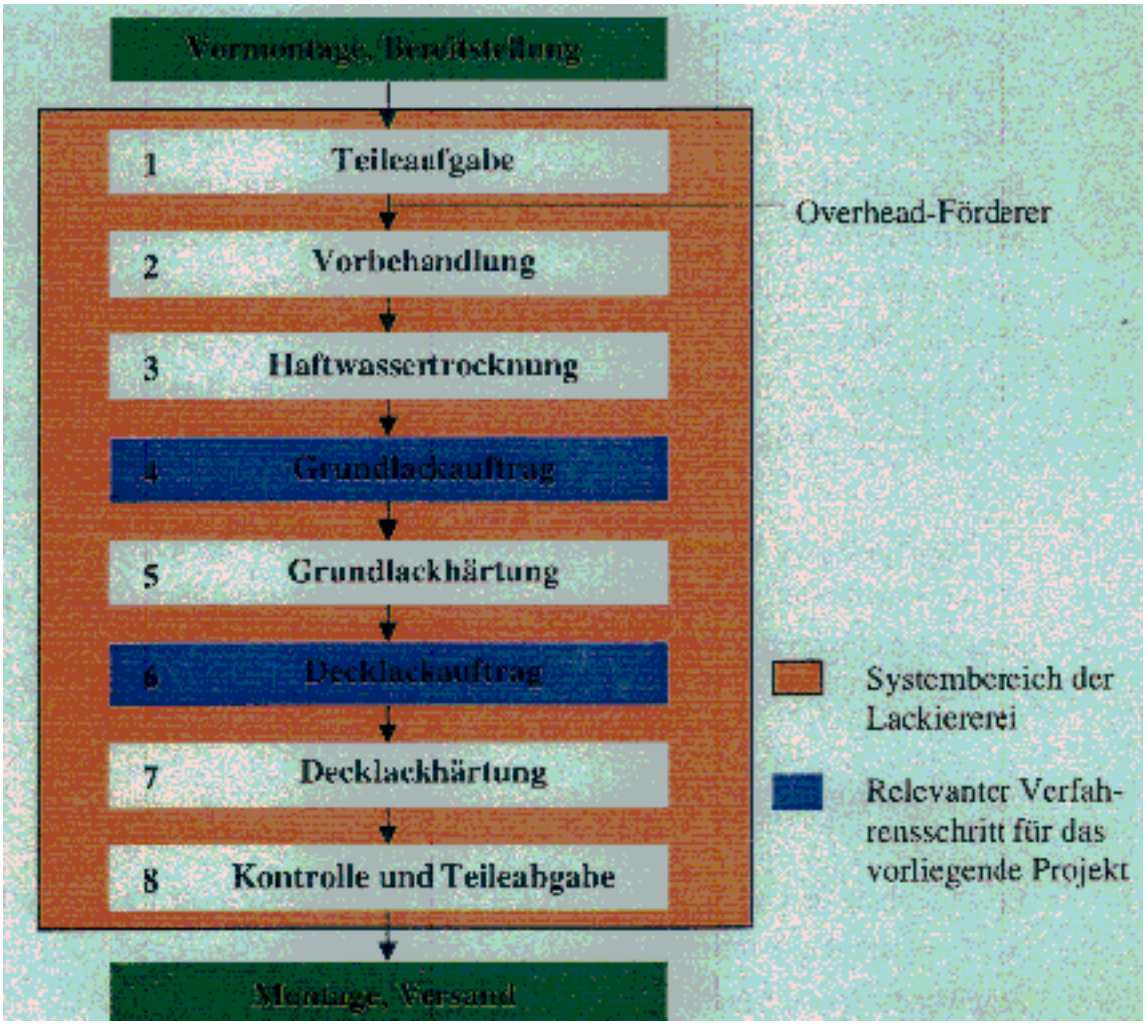


Abb. 2 : Verfahrensablauf IST-Zustand

Innerhalb der Vorbehandlungsanlage werden die Teile gereinigt, zinkphosphatiert und passiviert. In der nachfolgenden Spritzkabine wird der Grundlack aufgetragen (Verfahrensschritt 4) und in einem Einbrennofen ausgehärtet (Verfahrensschritt 5).

Danach erfolgt der Decklackauftrag (Verfahrensschritt 6) in einer weiteren Lackierkabine und dessen Aushärtung in einem weiteren Einbrennofen (Verfahrensschritt 7). Der Grund- und Decklackauftrag erfolgt mit Hubautomaten, die mit elektrostatik-unterstützten Druckluftzerstäubern ausgestattet sind. Nach dem Durchlaufen einer Abdunstzone werden die Lackfilme in Einbrennöfen bei ca. 190°C ausgehärtet. Es erfolgt die Qualitätskontrolle und die Teileabnahme (Verfahrensschritt 8). Fehlerhafte Teile werden in der Durchlaufanlage nochmals decklackiert.

Der jährliche Lackverbrauch der lösemittelhaltigen Einbrennlacke (Grund- und Decklacke inkl. Verdünner) liegt bei ca. 200 t. Der daraus resultierende Lösemitteleinsatz beträgt rund 120 t/a. Die verdunsteten Lösemittel aus Spritzkabinen, Abdunstzonen und Trocknern werden mit einer thermischen Nachverbrennungsanlage behandelt. Die Abwärme wird zur Beheizung der Vorbehandlung genutzt. Bei der automatischen Lackverarbeitung mit elektrostatik-unterstützten Druckluftzerstäubern wird ein Lackauftragswirkungsgrad (Festkörpernutzungsgrad) auf den Wischerteilen von 53 % erreicht. Der anfallende Lackoverspray wird über eine Naßauswaschung von der Kabinenabluft getrennt, koaguliert, aus dem Auswaschwasser ausgetragen und mechanisch abgepreßt. Hierbei fallen ca. 65 t/a Lackschlamm als Sonderabfall zur Entsorgung an.

Die Kostenanalyse (Abb. 3) des betrieblichen Lackierprozesses zeigt, daß neben den Personalkosten vor allem die Materialkosten durch die hohen Oversprayverluste beim eingesetzten Lackierverfahren wichtig sind.

3.2 Geplanter SOLL-Zustand

Es ist geplant, den Verfahrensablauf der Pulverbeschichtung für Wischersysteme mit 7 wesentlichen Verfahrensschritten (Abb. 4) aufzubauen. Es soll die derzeit angewandte Vorbehandlungstechnik beibehalten werden.

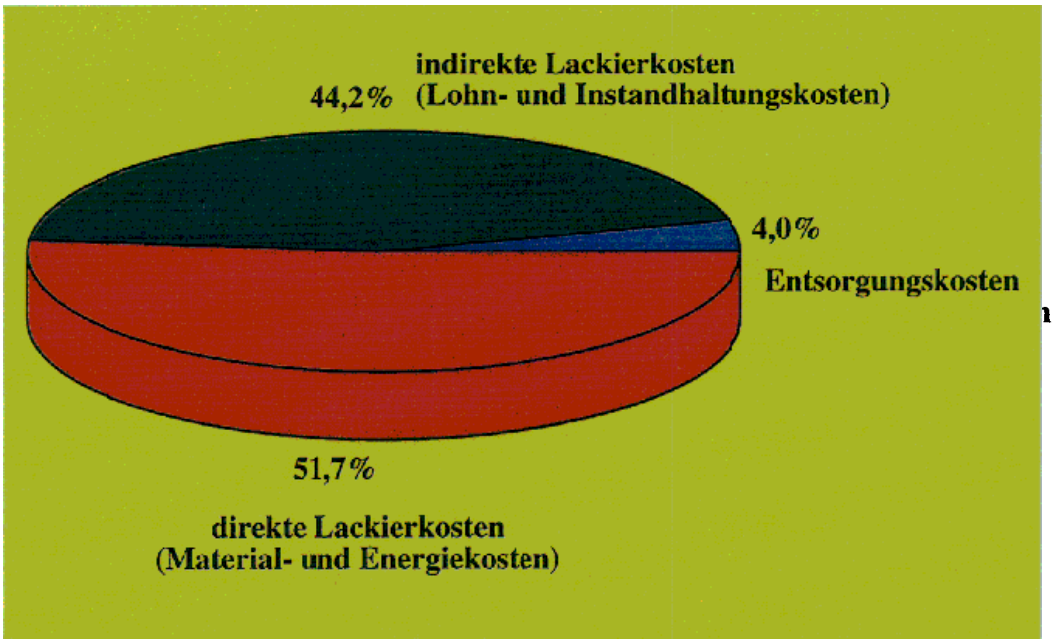


Abb. 3 : Kostenanalyse IST-Zustand ohne Lohnkosten für Teileauf- und -abgabe

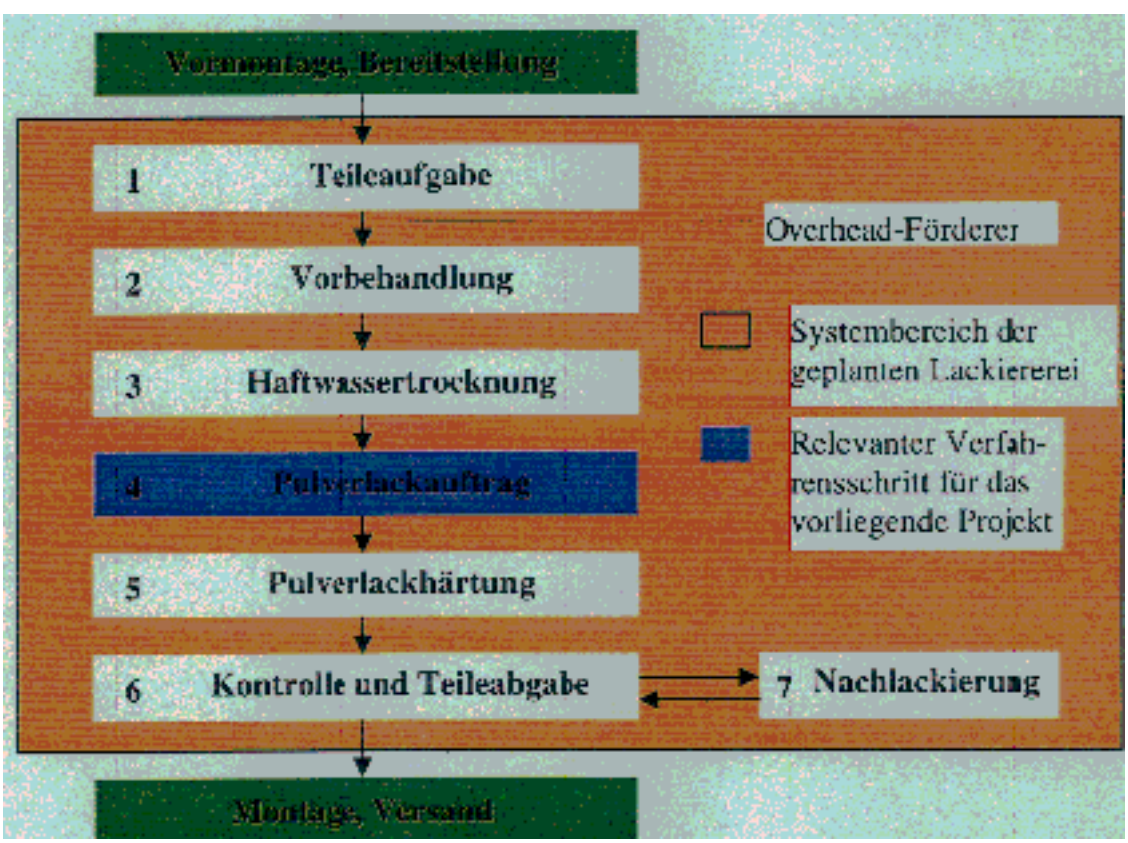


Abb. 4 : Verfahrensablauf SOLL-Zustand

Die geforderte Qualität soll mit einem einschichtigen Pulverlackauftrag erreicht werden (Verfahrensschritt 4). Die nach der Pulverbeschichtung aussortierten fehlerhaften Teile sollen in einer separaten Nachlackierstraße mit einem Naßlackauftrag repariert werden.

Ablauf:

Wie beim bisherigen Lackierprozeß werden die Teile auf geometrieabhängige Warenträger aufgesteckt (Verfahrensschritt 1) und durchlaufen zunächst den Vorbehandlungsbereich (Verfahrensschritt 2) mit anschließendem Haftwassertrockner (Verfahrensschritt 3). In der nachfolgenden Pulverkabine wird der Pulverlack mit an Hubautomaten befestigten Sprühaggregaten aufgetragen (Verfahrensschritt 4) und in einem Einbrennofen ausgehärtet (Verfahrensschritt 5). Der Pulverlackoverspray soll über Filtersysteme von der Kabinenluft getrennt und erneut verarbeitet werden. Es erfolgt eine Qualitätskontrolle und die Teileabnahme (Verfahrensschritt 6). Die fehlerhaften Teile (Anteil ca. 3 %) werden in einer separaten Nachlackierstraße mit Naßlack überlackiert (Verfahrensschritt 7) und ausgehärtet.

Gegenüber dem IST-Zustand zeichnet sich diese Verfahrenskonzeption durch folgende Merkmale aus:

* Integration der bestehenden Vorbehandlungsanlage.
* Erwartet wird, daß die Qualitätsanforderungen bei der einschichtigen Pulverbeschichtung mit einer durchschnittlichen Lackschichtdicke, die dem heutigen zweischichtigen Lackaufbau (Grund- und Decklack) entspricht, erfüllbar sind.
* Verringerung des Einsatzes organischer Lösemittel und der damit verbundenen Emissionen um rund 95 %.
* Verringerung des Lackmaterialeinsatzes um rund 75 %.
* Verringerung des Sonderabfallaufkommens um rund 95 %.
* Vermeidung des zu behandelnden Kabinen-Auswaschwassers und des Koagulationsmitteleinsatzes.
* Verringerung des Frischluftbedarfes durch Halbierung der Beschichtungskabinenanzahl.

4 Durchgeführte Untersuchungen und Ergebnisse

4.1 Pulverlackentwicklung und -herstellung

Als Zulieferant von Wischersystemen für die internationale Automobilindustrie hat die ITT Automotive Europe GmbH ein umfangreich spezifisches Anforderungsspektrum an die Qualität der Produkte zu erfüllen. Besonders nennenswert sind der Korrosionsschutz, die Witterungsbeständigkeit, die Wasserlagerung und die Beständigkeit gegenüber Mineralölen und Kraftstoffen. Bei der Lackmaterialentwicklung sind weiterhin auch technologische Kriterien, wie die mechanische Verformbarkeit der lackierten Wischerteile, zu beachten. Eine besondere Herausforderung an die Pulverlackentwicklung ist die Einhaltung niedriger Lackschichtdicken und geringe Schichtdickenschwankungen bei gutem Lackfilmverlauf, damit

* das Verkleben der Gelenkteile vermieden wird,
* die Prägeschriften erkennbar bleiben,
* der gewünschte Lackfilmverlauf einstellbar ist und
* der Lackverbrauch aus Kostengründen eingegrenzt wird.

Hinzu kommen fertigungstechnische Gesichtspunkte, wie die Fluidisierbarkeit und die Fertigungssicherheit im Pulverkreislauf.

Zur Erfüllung dieser Aufgabenstellungen wurden von den projektbeteiligten Pulverlackherstellern (siehe Anhang) schrittweise neue Dünnschicht-Pulverlacke entwickelt und nach den internen Qualitätsvorgaben der ITT Automotive Europe GmbH geprüft. Das Ergebnis sind TGIC-freie, hochwetterbeständige Polyester-Pulverlacke. Diese zeigen bei einigen Qualitätskriterien bessere Werte als die beim IST-Zustand eingesetzten flüssigen Lacke. Insgesamt betrachtet wurden die SOLL-Vorgaben mit den pulverbeschichteten Teilen eingehalten. Aus fertigungstechnischer Sicht zeichnen sich die entwickelten Pulverlacke durch eine enge Kornverteilung mit guter Oberkornbegrenzung aus. Bei den im Fraunhofer IPA Technikum durchgeführten Kurzzeitprüfungen bezüglich der Fertigungssicherheit im Pulverkreislauf konnten keine nachteiligen Ergebnisse festgestellt werden (vgl. Kapitel 4.4).

Der Pulverlackpreis liegt um rund 200% über dem Naßlackpreis. Da die Naßlacke aber zu rund 60 % aus flüchtigen Lösemitteln bestehen und deren Materialnutzungsgrade bei rund 50 % liegen, sind die flächenbezogenen Pulverlackkosten um rund 55 % niedriger als bei den angewendeten Naßlacken.

4.2 Gerätetechnik

Die Entwicklungsarbeiten des Geräteherstellers (siehe Anlage) wurden in seinem Pulverlack-Technikum mit über insgesamt vier Versuchsreihen durchgeführt :

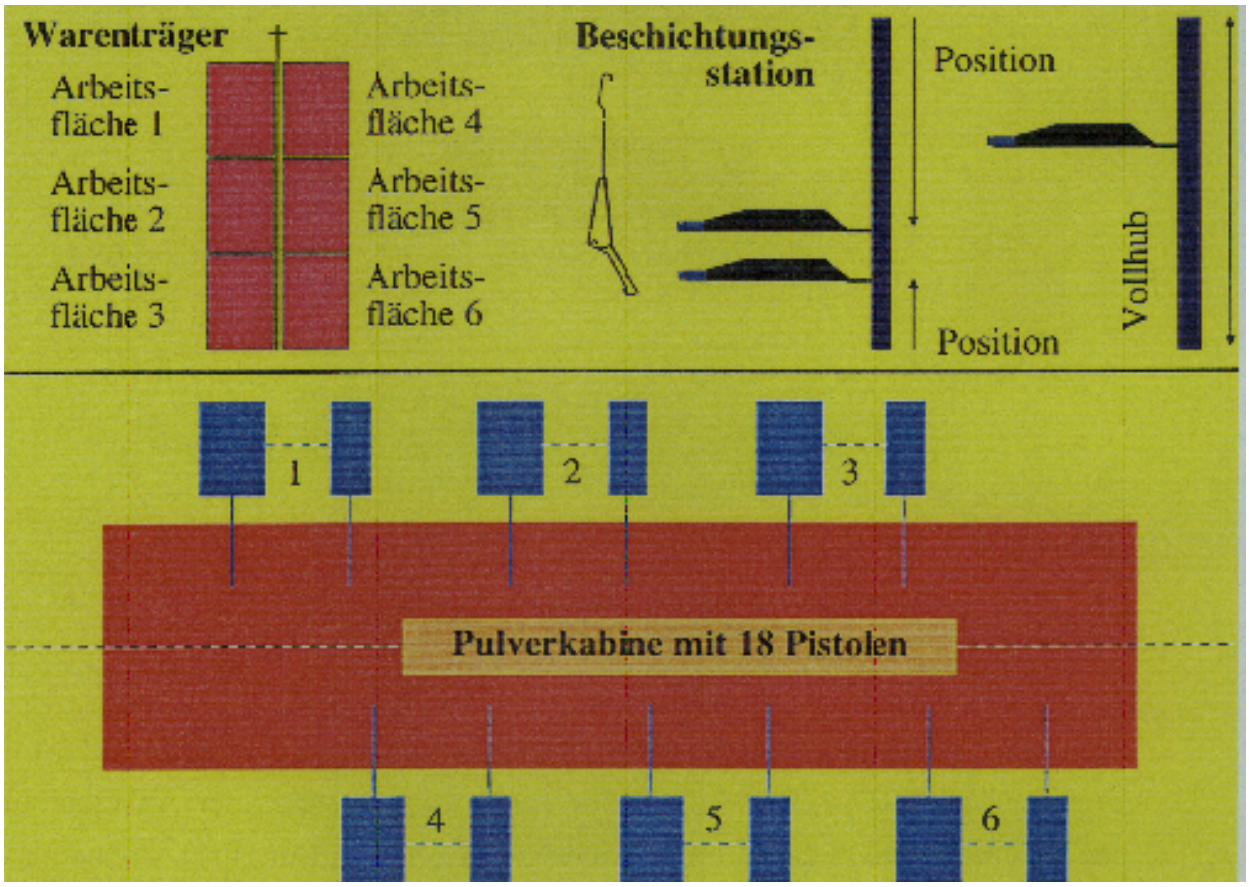
Die Ziele der ersten Versuchsreihe waren Beschichtungen an Einzelteilen zur Ermittlung der zu optimierenden Maßnahmen an den Pulverlacken und an der Auftragstechnik. Dabei kamen Polyesterpulverlacke zum Einsatz, die oft bei industriellen Pulverbeschichtungen eingesetzt werden. Diese Versuche zeigten einen Optimierungsbedarf beim Pulverlack-Verlauf und bei der Applikation in den Funktionsbereichen der Teile hinsichtlich der Lackschichtdicke.

In der Versuchsreihe 2 erfolgte die Überprüfung der unterschiedlichen Aufladesysteme mit modifizierten Pulverlacken. Hierbei wurden die besten Ergebnisse hinsichtlich der Auslackierung der Teileinnenflächen und der Schichtdickenverteilung mit der Corona-Aufladung erzielt. Darüber hinaus zeigten modifizierte Pulverlacke ein verbessertes Verlaufsverhalten.

Die dritte Versuchsreihe erfolgte mit auf Warenträgern aufgesteckten Teilen und den endgültigen Pulverlackrezepturen. Hierbei wurden die Lackierparameter optimiert und die Reproduzierbarkeit der Beschichtungsqualität getestet. Bei den anschließenden Qualitätstests durch die ITT Automotive Europe GmbH wurden hinsichtlich der Auslackierung der Teileinnenflächen und der Schichtdickenverteilung (Standardabweichung) gegenüber dem derzeitigen IST-Zustand etwas bessere Ergebnisse erzielt.

Die abschließende Versuchsreihe beschäftigte sich vor allem mit der Optimierung der Pulverdosierung und der Bewegungstechnik für die Sprühsysteme (z.B. Hubgeschwindigkeit, Sprühorgananordnung, Ein-/Ausschaltpunkte). Zusätzliche Versuche mit Original-Wischerteilen zeigten, daß das komplette Teilespektrum in der geforderten Qualität beschichtbar ist.

In der weiteren Projektausarbeitung durch den Gerätehersteller erfolgten Festlegungen zur Bewegungstechnik und Steuerungstechnik (Abb. 5). Ein Warenträger ist in 6 Arbeitsbereiche aufgeteilt, in denen die Werkstücke aufgehängt sind. Bei der Pulverbeschichtung von Wischerarmen werden im Bereich des Gelenkteils zwei Sprühorgane fixiert. Die restlichen Teileflächen werden mit einem an einem Hubautomaten befestigten Sprühorgan lackiert. Insgesamt sind 6 Beschichtungsstationen mit 6 Hubautomaten mit je einem Sprühorgan und 6 Stationen mit je 2 feststehenden Sprühorganen geplant, d.h. je Arbeitsfläche ist eine Beschichtungsstation vorgesehen. Bestandteil der ausgearbeiteten Steuerungstechnik ist die automatische, werkstückabhängige Einstellung der Beschichtungsparameter und die Pulvermengenregulierung durch Ansteuerung der Proportionalventile für Förder- und Dosierluft.



4.3 Anlagentechnik

Vom Anlagenhersteller (siehe Anhang) wurde eine Anlagenlayoutplanung zum Anlagenumbau vorgenommen. Die Abbildung 6 zeigt schematisch den Aufbau der Pulverbeschichtungsanlage zur Beschichtung der Wischersysteme.

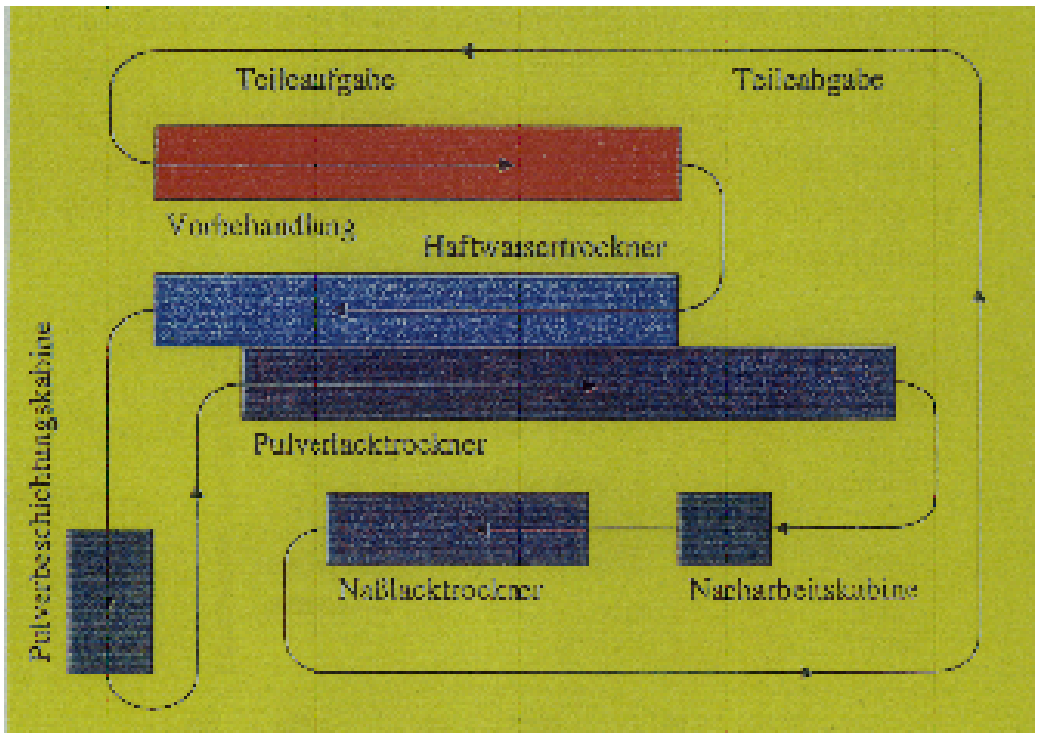


Abb. 6 : Schemadarstellung zur Anlagentechnik

Bei den Planungsarbeiten wurde neben den betriebsspezifischen und baulichen Gegebenheiten auch die weitgehende Integration bestehender Anlagenbaugruppen in die Neukonzeption berücksichtigt. Ein Schwerpunkt im Anlagenkonzept ist die Vermeidung der Verschmutzung der Pulverlacke im Pulverlackkreislauf durch Fremdstoffeintrag. Die Verschmutzung der Pulverlacke soll über ein zu belüftende Staubschutzkabine, innerhalb der die Beschichtungskabine steht, verhindert werden. Zur Erhöhung der Kontrollmöglichkeiten beim Lackierprozeß und vor allem für einen fertigungssicheren Pulverlackkreislauf sind die Wände der Beschichtungskabine aus Sicherheitsglas (Abb. 7).

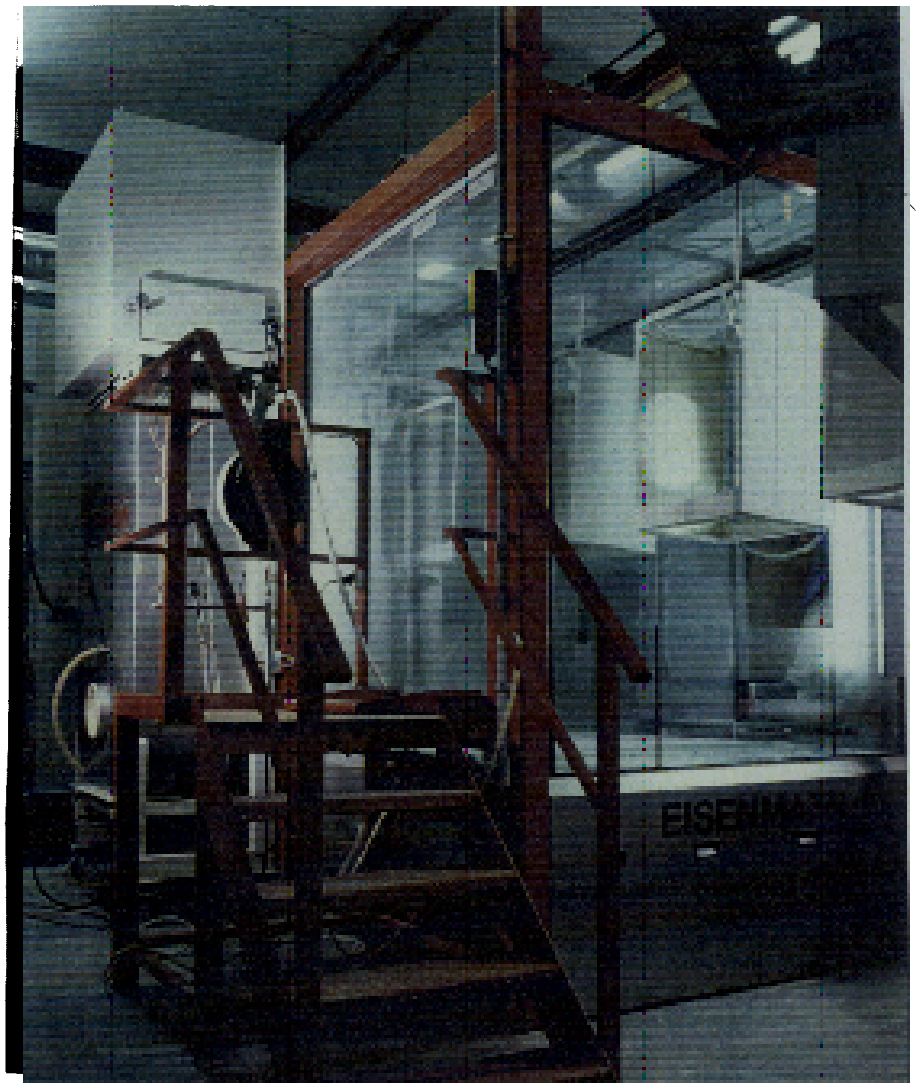


Abb. 7: Ansicht einer Pulverkabine

Die erhöhte Fertigungssicherheit im Pulverkreislauf wird bei der Beschichtungskabine aus Glas im Vergleich zur metallischen Kabine durch den direkteren Pulvertransport in die Rückgewinnung erwartet. Hinzu kommt, daß Kabinenwände aus Glas eine geringere elektrische Leitfähigkeit besitzen als solche aus Metall, und so die zielgerichtete Pulverlackabscheidung auf den Werkstücken verbessern; d.h. der Erst-Auftragswirkungsgrad ist oft höher. Zur Rückgewinnung des relativ feinkörnigen Pulveroversprays sollen Kunststoff-Sintermaterial-Filter eingesetzt werden. Diese haben sich bei Pulvern mit ähnlicher Korngrößenverteilung bereits bewährt. Zusätzlich zur Pulverkabine ist für Sonder- oder Reparaturlackierungen ein Naßspritzstand vorgesehen. Die Lackaushärtung erfolgt in Blocktrocknern (Umluft) mit A-Schleusen.

4.4 Praxisorientierte Untersuchungen im Technikum

Die Entwicklungsergebnisse aus den lack-, geräte- und anlagentechnischen Vorarbeiten der Kooperationspartner dieses Projektes wurden zusammengeführt, mit dem Ziel, den Beschichtungsprozeß unter produktionsähnlichen Bedingungen

mit den voroptimierten Einstellwerten für die Lackierung und dem weiterentwickleten Pulverlackmaterial im Fraunhofer IPA Pulverlacktechnikum (Abb. 8) im Rahmen von Kurzzeittests zu simulieren und die Fertigungs- und Planungssicherheit zu überprüfen.

Ein Schwerpunkt der Simulationstests war die Feststellung der Prozeßsicherheit der Pulverlackbeschichtung von Wischerteilen durch Messung der Pulvercharakteristik von Frischpulver und kritische Recyclingpulver. Die Messung der Korngrößenverteilung der Pulverlacke erfolgte nach dem Laserbeugungsverfahren (Fa. Malven, Mastersizer 2600, naßdispergiert). Die von den Lackherstellern entwickelten Pulverlacke zeichnen sich durch enge Kornverteilungen (Abb. 9) mit guter Oberkornbegrenzung aus.

Nach den allgemeinen Erfahrungen kann es aber innerhalb des Pulverkreislaufes zu einer Pulverkornseparierung kommen. In der Praxis verändert sich in der Regel hierbei das Pulvermaterial zu einem Recyclingpulver mit erhöhtem Feinanteil. Dies kann zu Problemen bei der Pulverfluidisierung, beim Pulvertransport

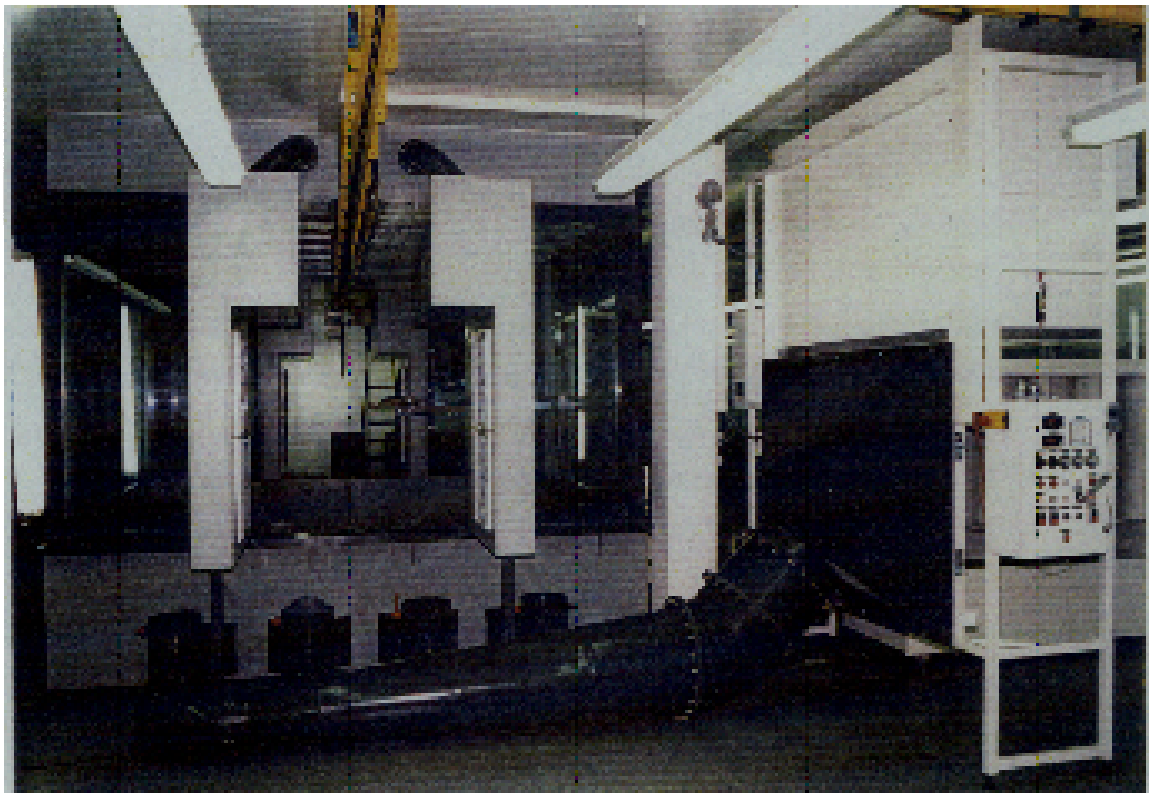


Abb. 8 : Fraunhofer IPA Pulverlacktechnikum

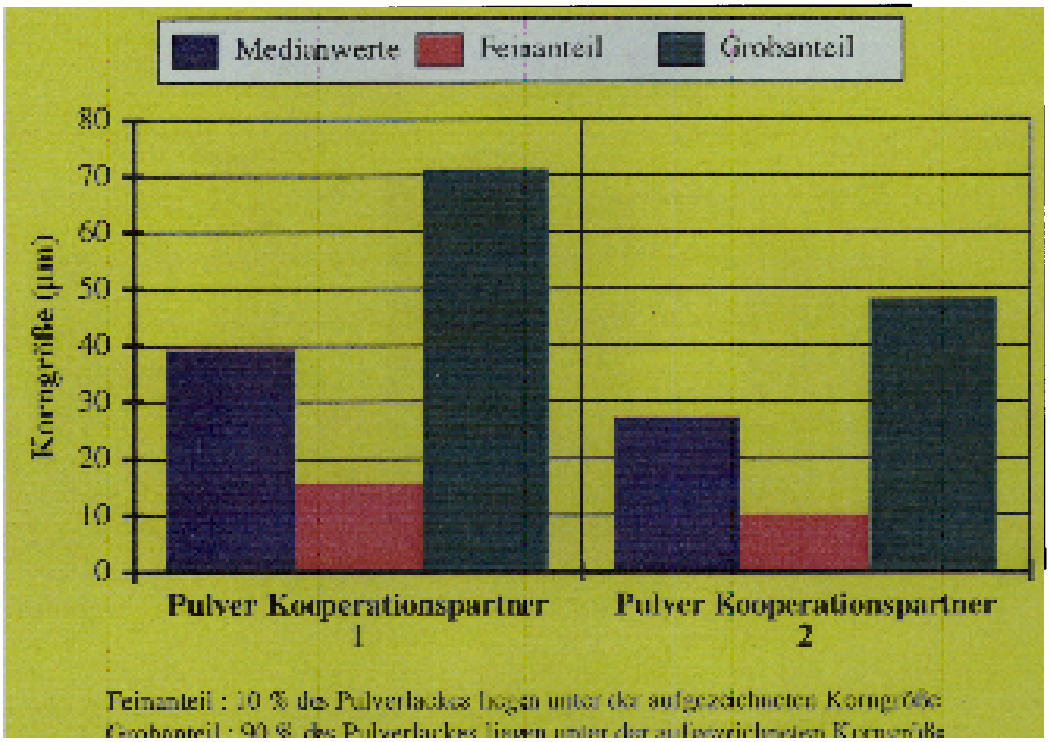


Abb. 9 : Korngrößenverteilung der Pulverlacke (Frischpulver) im Vergleich

und der Einhaltung der Beschichtungsqualität (Schichtdicke und Verlauf) führen. Aus diesem Grund wurden vom Fraunhofer IPA während den umfangreichen Beschichtungsversuchen an unterschiedlichen Stellen innerhalb des Pulverkreislaufes Pulverproben entnommen und charakterisiert (Abb. 10). Bei allen überprüften Pulvern wurde nur eine sehr geringe Korngrößenseparierung festgestellt.

Die jeweiligen Korngrößenspektren auf den Teilen sind mit den betreffenden Frischpulvern zu vergleichen. Damit kann davon ausgegangen werden, daß die untersuchten Pulverlacke sich nicht kritisch im Pulverkreislauf verhalten werden. Eine endgültige Absicherung ist aber nur über einen Langzeitversuch möglich; dieser sollte in einer Produktionsanlage erfolgen.

Eine weitere Bewertung der Fertigungs- und Planungssicherheit bzgl. des Pulverkreislaufes und des Beschichtungsprozesses erfolgte im Fraunhofer IPA Pulverlacktechnikum durch die Ermittlung des Materialnutzungsgrades, welcher auch für die nachfolgenden ökonomischen und ökologischen Betrachtungen (vgl. Kapitel 5) erforderlich ist.

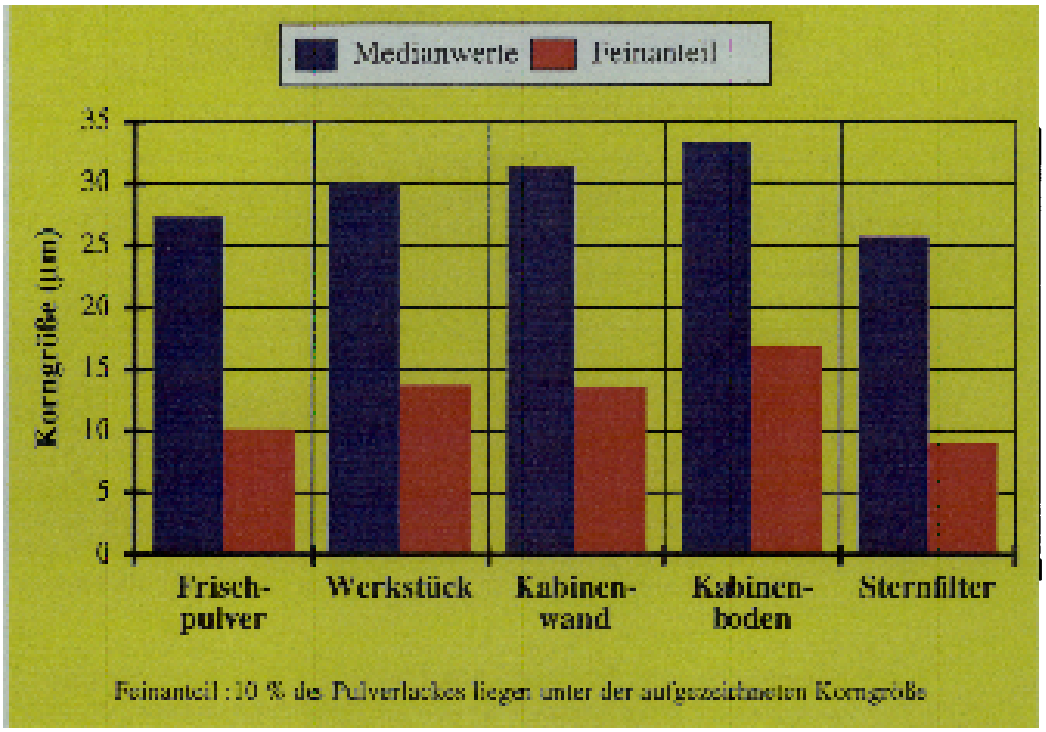


Abb. 10 : Korngrößenverteilung des Recyclingpulvers (Kooperationspartner 2)

Im allgemeinen gilt, daß mit sinkendem Recyclingpulveranteil die Fertigungssicherheit durch die reduzierte Gefahr bezüglich Schmutzaufsummierungen und Pulveragglomeratbildungen steigt.

Die Versuche wurden vorwiegend mit zwei Wischerarmtypen durchgeführt (Abb. 11). Der Auftragswirkungsgrad charakterisiert den Anteil der auf den Werkstücken abgeschiedenen Lackmenge zur versprühten Pulverlackmenge. Der Anteil "Abscheidung Gehänge" ist die dabei auf den Warenträgern abgeschiedene Pulverlackmenge im Verhältnis zur versprühten Lackmenge. Es wird bei der vorgeschlagenen Filter-Rückgewinnung mit einem Verlustpulveranteil von 2 % gerechnet. Der Materialnutzungsgrad berücksichtigt den Verlustpulveranteil und den Anteil "Abscheidung Gehänge". Der Recyclingpulveranteil berechnet sich aus der eingesetzten Pulvermenge (100%) abzüglich des Anteils entsprechend dem Auftragswirkungsgrad und des Anteils "Abscheidung Gehänge" sowie des Verlustpulveranteils innerhalb der Rückgewinnung. Die Versuche wurden auch mit einer 50 %igen Behängung der Warenträger durchgeführt, um kritische Anwendungen (z.B. Wischerarme für Nutzfahrzeuge) zu simulieren.

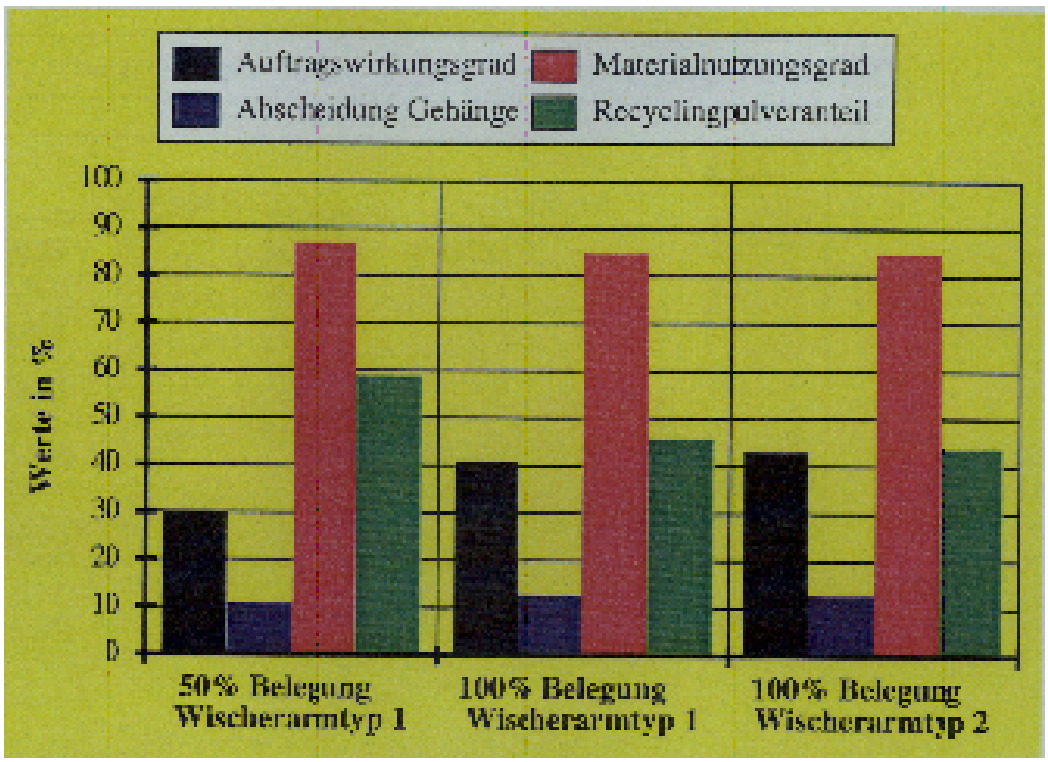


Abb. 11 : Auswertung der Beschichtungsversuche zur Ermittlung der Auftragswirkungsgrad-Werte

Zusammenfassend wird festgestellt, daß mit den Erkenntnissen aus den bisherigen Einstelldatenermittlungen der Auftragswirkungsgrad je nach Teilegeometrie und Belegung zwischen 30 % und 45 % liegen wird. Die Versuche zeigen aber auch, daß sich zusätzlich ca. 13 % der versprühten Pulvermengen auf den Gehängen abscheidet. Die Höhe des dadurch verursachten Entlackungsmehraufwandes gegenüber dem IST-Zustand ist noch nicht bekannt. Der zur Beurteilung der Fertigungssicherheit maßgebliche Recyclingpulveranfall wird bei rund 50 % der versprühten Pulvermenge liegen. Dieser Wert ist für allgemeine Pulverlackierungen üblich, sollte aber unter der Berücksichtigung, daß Pulverlacke mit kleinem Korn einzusetzen sind, bei weiteren Optimierungstätigkeiten abgesenkt werden. Dies ist vor allem auch deshalb erforderlich, weil die Pulverabscheidung auf den Gehängen aus Kostengründen reduziert werden sollte.

Die Standardabweichung der Schichtdicke lag innerhalb dieser Versuchsreihen bei ca. 19 µm (Abb. 12). Dieser Wert ist geringfügig besser als beim IST-Zustand mit flüssigen Lacken. Bei einem nicht produktionsnahen Sonderversuch konnte auch eine unter 5 µm liegende Standardabweichung festgestellt werden.

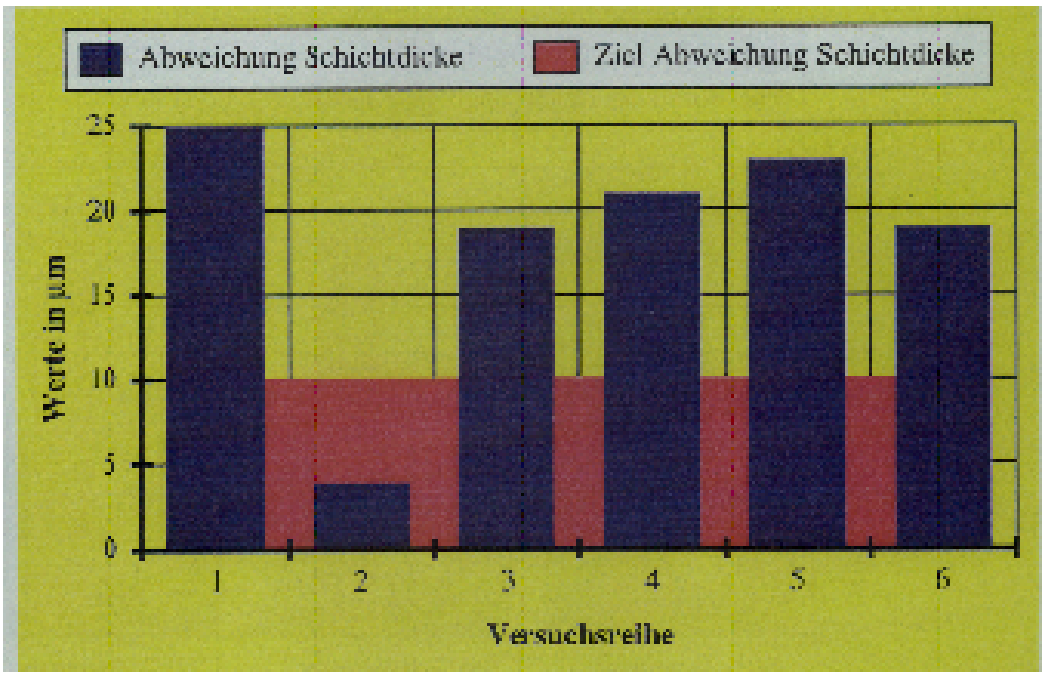


Abb. 12 : Auswertung der Beschichtungsversuche bzgl. der Beschichtungsqualität (Standardabweichung)

Dieser Versuch zeigt mögliche Optimierungsansätze auf, so daß mit weiteren Optimierungsarbeiten eine Standardabweichung von 10 µm anzustreben ist. Die Abbildung 13 zeigt ein Prüfprotokoll-Beispiel der Pulverbeschichtung im Fraunhofer IPA Pulverlacktechnikum an repräsentativen Original-Wischerarmen.

Ermittlung des Auftragswirkungsgrades bei einer Fördergeschwindigkeit von 1,9 m/min. mit optimierten Einstelldaten

Ergebnisse Pulverabscheidung		
Auftragswirkungsgrad %	43	Qualitätsnote bzgl. Schichtdickenverteilung, Schriftbild und Verlauf : i.O.
Abscheidung auf Gehänge %	13	
Materialnutzungsgrad %	85	MW = Mittelwert
Recyclingpulveranteil %	44	Sab = Standardabweichung

Ergebnisse Schichtdickenmessung in µm

Meßpunkte	gemessene Werte auf Wischerarme						MW	Sab
	Teil 1	Teil 2	Teil 3	Teil 4	Teil 5	Teil 6		
1,1	46,2	44,5	42,7	50,8	45,4	46,5	46,0	2,71
1,2	34,8	33,1	35,6	44,4	40,7	35,6	37,4	4,28
2,1	50,6	53,1	43,9	50,7	47,4	59,0	50,8	5,13
2,2	35,3	33,8	29,9	32,8	34,6	32,9	33,2	1,89
3,1	81,8	84,5	81,1	95,3	91,2	89,8	87,3	5,69
3,2	93,6	96,8	95,4	105	104	92,6	97,9	5,32
4	69,7	68,6	61,4	62,2	68,3	63,1	65,6	3,70
5	44,0	49,2	43,6	49,1	48,9	44,5	46,6	2,77
6	55,3	52,8	55,1	54,2	50,4	53,8	53,6	1,81
7,1	53,0	57,3	55,0	57,6	58,4	53,3	55,8	2,32
7,2	51,9	54,7	51,4	62,9	59,6	51,1	55,3	4,92
MW gesamt	56,0	57,1	54,1	60,5	59,0	56,6	57,2	
Sab gesamt	18,5	19,6	19,4	21,4	21,4	19,4		19,3
MW Stange	56,3	56,9	53,4	55,2	55,9	53,8	55,2	
Sab Stange	12,9	10,3	9,0	6,6	10,8	9,3		8,5
MW Gelenk	55,9	57,2	54,4	62,4	60,2	57,6	58,0	
Sab Gelenk	21,1	22,8	22,7	25,0	24,8	22,5		22,1

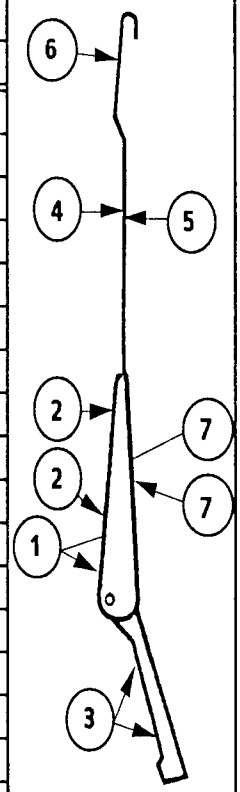


Abb. 13 : Prüfprotokoll-Beispiel einer Versuchsreihe

5 Vergleich der Pulverlacktechnik mit dem IST-Zustand

5.1 Fertigungstechnik

Nach den positiven Ergebnissen der Machbarkeitsuntersuchung ist die Integration der Pulverbeschichtungstechnik in den heutigen Fertigungsablauf der ITT Automotive Europe GmbH geplant. Dabei können die vorhandene Vorbehandlungstechnik mit Haftwassertrockner, die Fördertechnik und die Arbeitsbereiche Teileauf- und -abgabe in den neuen Pulverbeschichtungsprozeß übernommen werden (Abb. 14). Die erforderlichen Investitionskosten für die Anlagentechnik können daher minimiert werden.

Abb. 14 : Vergleich der Verfahrenstechnik ohne Nachlackierung

Entscheidendes Merkmal der geplanten Pulverlacktechnik ist, daß der Lackauftrag einschichtig erfolgt. Beim IST-Zustand werden Grund- und Decklack jeweils mit nachfolgender Härtung im Einbrennofen angewendet, d.h. es werden zwei Verfahrensschritte mehr als bei der Pulverlacktechnik benötigt. Hinsichtlich der vor- und nachgeschalteten Fertigungsbereiche sind keine Änderungen erforderlich. Die Pulverbeschichtungstechnik kann mit relativ geringem baulichen Aufwand in die vorhandenen Räumlichkeiten integriert werden. Jedoch sind hierbei die produktionstechnischen Randbedingungen für den Umbau und die Nachlackierstraße noch nicht geklärt.

5.2 Umweltbelastungen

Bei der ITT Automotive Europe GmbH werden im Berechnungszeitraum jährlich ca. 200 t Lacke (Grund- und Decklacke inkl. Verdünner) verarbeitet. Der daraus resultierende Lösemitteleinsatz beträgt rund 120 t/a. Bei der Lackverarbeitung mit elektrostatik-unterstützten Druckluftzerstäubern wird ein Lackauftragswirkungsgrad auf den Teilen von 53 % erreicht, der Sonderabfall durch Lackschlamm beträgt ca. 65 t/a.

Beim Einsatz der Pulverlacktechnik ist nach den Ergebnissen der Untersuchungen davon auszugehen, daß die mit Pulverlack erreichte durchschnittliche Lackschichtdicke der des heutigen Zweischichtaufbaus entspricht. Ein Lösemitteleinsatz fällt in der Pulveranlage nicht an. Der Materialnutzungsgrad wird nach den bisherigen Ermittlungen bei weiteren Optimierungen ca. 90 % betragen. Der Pulverlackeinsatz wird demnach bei rund 47 t/a liegen (Abb. 15).

An Pulverlackabfällen durch Reinigung und Filterwechsel ist mit weniger als 1 t/a zu rechnen. Weiterhin werden die Umweltbelastungen durch Energieeinsparungen um rund 24 % und die Reduzierung des Spritzkabinenwassers um ca. 100 % erheblich abgesenkt. Nicht betrachtet sind die in der Nachlackierstraße entstehenden Umweltbelastungen in Form von Lösemittelemissionen, Spritzkabinenabwässer, Lackkoagulate bzw. mit lackverunreinigten Filtermatten sowie Energie. Unberücksichtigt sind auch die Sonderabfälle bei den Entlackungsarbeiten an den Warenträger. Die Entlackung wird extern durchgeführt.

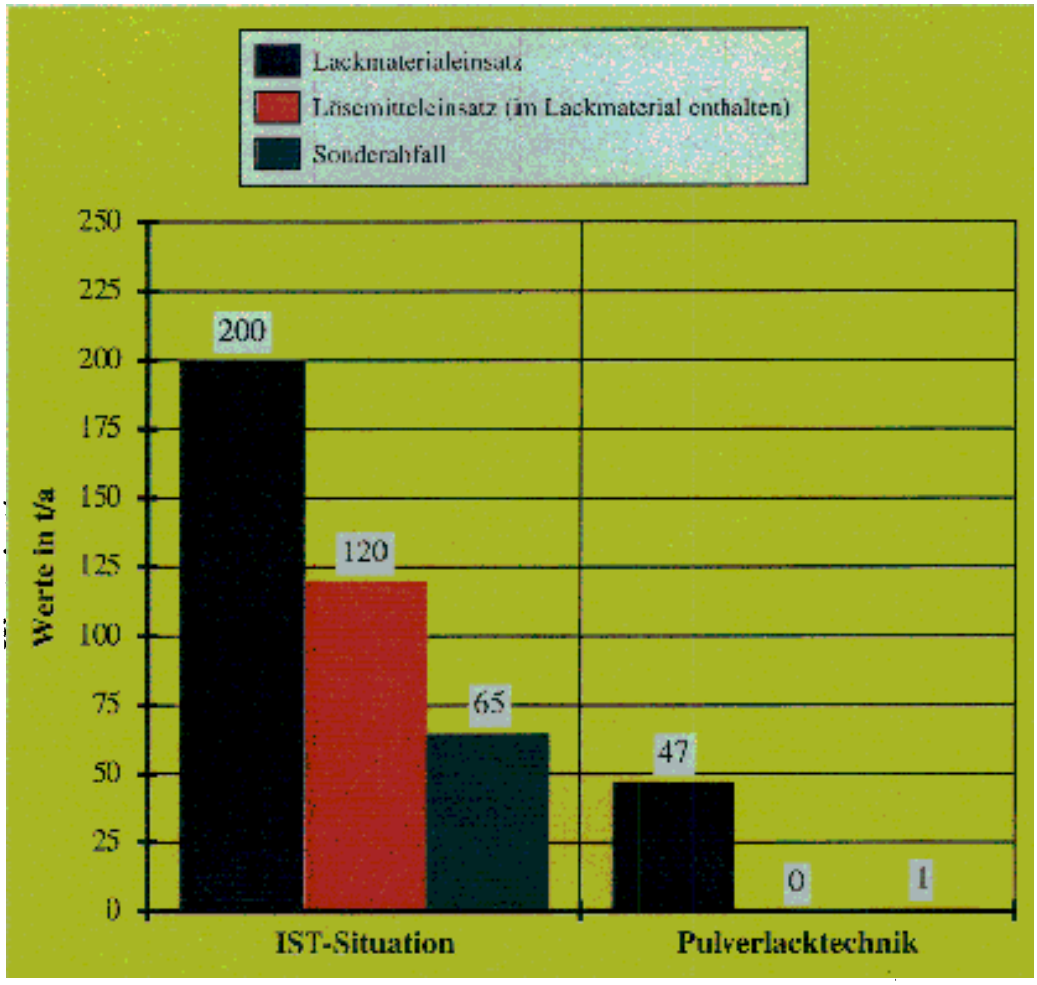


Abb. 15 : Reduzierung der Umweltbelastungen durch die Pulverlacktechnik

5.3 Kosten

Für den erforderlichen Umbau der Anlage und der Räume wurde vom Projektteam ein Investitionsaufwand für die Anlagentechnik in Höhe von rund 3,5 Mio.DM ermittelt. Die Kosten für die Projektierung und Realisierung der neuen Entwicklungen sind noch zu berücksichtigen. Die Vorbehandlungskosten werden nicht verändert. Die Pulverlackkosten ergeben sich aus dem ermittelten Verbrauch und dem aktuellen Preis (Abb. 16). Durch die einschichtige Lackierung wird eine geringfügige Reduzierung der Lohnkosten erwartet. Der Energieverbrauch wird mit Einsatz der Pulverlacktechnik um ca. 24 % reduziert. Die Entsorgungskosten werden um ca. 99 % abgesenkt. Unberücksichtigt blieb die separate Nachlackierstraße.

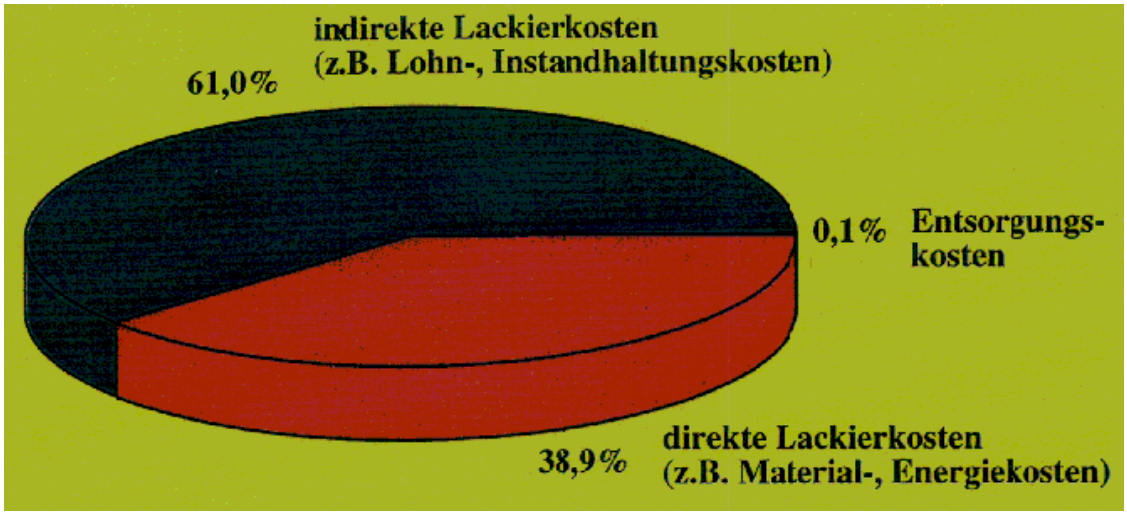


Abb. 16 : Kostenanalyse Pulverlacktechnik ohne Lohnkosten für Teile auf- und -abgabe

Nach der so ermittelten Trendrechnung liegt das Einsparpotential bei den gesamten Lackierkosten gegenüber der IST-Situation bei rund 12 %. Dies wird vor allem durch die Halbierung der Lackmaterialkosten gegenüber dem IST-Zustand erreicht. Die Amortisation der Investitionskosten für die Anlagentechnik der Pilotanlage, ohne Berücksichtigung der zusätzlich erforderlichen Vorlaufs- und Adaptionskosten, wird etwa drei Jahre betragen.

5.4 Qualität

Alle bisher durchgeführten Tests zeigen, daß das hohe Anforderungsprofil der ITT Automotive Europe GmbH mit der Pulverlacktechnik erfüllt wird. In einzelnen Kriterien werden sogar geringfügige Verbesserungen gegenüber der zweischichtigen Lackierung mit flüssigen Lacken erreicht. Die einschichtige Pulverbeschichtung weist eine durchschnittliche Lackschichtdicke auf, die dem heutigen zweischichtigen Lackaufbau (Grund- und Decklack) entspricht. Die mit der Pulverlacktechnik erzielten Schichtdickenschwankungen liegen im Rahmen der Vorgaben. Die Versuche zur Ermittlung der Fertigungssicherheit zeigen positive Ergebnisse.

6 Ergebnisse

Die Ergebnisse der anwenderspezifischen Machbarkeitsuntersuchung zur Pulverbeschichtung von Wischerteilen für die Automobilindustrie sind erfolgversprechend (Abb. 17). Gerade im Hinblick auf die Nutzung noch bestehender Optimierungspotentiale ist die Pulverlacktechnik für die Lackierung von Wischerteilen technisch und ökonomisch realisierbar. Die Qualitätsvorgaben können nach heutigem Kenntnisstand erfüllt werden. Mit dem Einsatz der Pulverlacktechnik werden die Umweltbelastungen durch Lösemitteleinsatz und Sonderabfälle weitgehend vermieden. Das zu erwartende Einsparpotential gegenüber dem IST-Zustand beträgt 12 % der gesamten Lackierkosten, so daß sich die Investitionen für die Realisierung einer entsprechenden Pilotanlage in der ersten Stufe - ohne Berücksichtigung der Vorlaufs- und betrieblichen Optimierungsphase - innerhalb von etwa 3 Jahren amortisieren.

Kriterien	Ergebnisse	Bemerkungen
Produkt	pulverlack-beschichtete Wischer	- pulverlackbeschichtete Wischersysteme sind nach dem heutigen Entwicklungsstand herstellbar - die von der Automobilindustrie geforderten Freigabetests sind noch auszuführen - es ist davon auszugehen, daß die Akzeptanz bei den Automobilherstellern für die umweltschonend lackierten Wischer - vorbehaltlich einer Kosten-Nutzen-Analyse - erreicht wird
Qualität - Funktion - Optik	in Ordnung	- vergleichbare Ergebnisse gegenüber IST-Zustand - Korrosionsschutz- und Freibewitterungstests an pulverbeschichteten Original-Wischerteilen sind noch auszuführen
Lackart	Pulverlack auf Polyesterbasis	- das Pulverlackmaterial wurde für den spezifischen Anwendungsfall entwickelt
Anlagen- und Energietechnik	verfügbar	- die betriebliche Vorbehandlungstechnik kann übernommen werden - die Pulverbeschichtungstechnik ist in den Fertigungsablauf integrierbar
Pulveroverspray-Recycling	interne Technik möglich	- Rückgewinnung über Filterelemente
Umweltbelastungen - Sonderabfälle - Lösemittelemissionen - Kabinenabwässer - Energie	Reduzierung gegen IST 95 % 100 % 100 % 24 %	- ohne Berücksichtigung der Nachlackierarbeit und des Entlackungsaufwandes - gegenüber dem IST-Zustand werden die Umweltbelastungen deutlich verringert
Kosteneinsparung - Lackverbrauch - Energie - Entsorgung	Reduzierung gegen IST 60 % 24 % 99 %	- gegenüber dem IST-Zustand werden die Lackierkosten insgesamt um rund 12 % verringert - unberücksichtigt sind hierbei die Aufwendungen der zur Realisierung notwendigen Vorlaufs- und betrieblichen Optimierungsphasen
Investitionskosten für eine entsprechende Pilotanlage	3,5 Mio.DM	- unberücksichtigt sind hierbei die Aufwendungen der zur Realisierung notwendigen Vorlaufs- und betrieblichen Optimierungsphasen - die zu erwartende Amortisationszeit liegt bei ca. 3 Jahren

Abb. 17 : Ergebnisüberblick

7 Ausblick - Weiteres Vorgehen

Zur Umsetzung der Pulverlacktechnik für die Beschichtung von Wischerteilen bei der ITT Automotive Europe GmbH sind im Anschluß an diese Machbarkeitsuntersuchung im Hinblick auf einen späteren Serienbetrieb in der Praxis noch verschiedene Problemstellungen in einer Vorlaufs- und betrieblichen Optimierungsphase sowie in einer Akzeptanzsicherungsphase abzuklären :

Vorlaufs- und betriebliche Optimierungsphase

* Geometrieabhängige Optimierung der Applikationstechnik für das gesamte Teilespektrum der ITT Automotive Europe GmbH.
* Optimierung der Behängung (Neukonstruktion der Warenträger).
* Optimierung der Auftragswirkungsgrad-Werte (Applikations-/Anlagentechnik) für das komplette Teilespektrum.
* Langzeitversuch bezüglich des Pulverkreislaufes.
* Fertigungssichere Auslegung der Pulverlackieranlage hinsichtlich des Pulverkreislaufes.
* Weiterhin ist die produktionstechnische Integration der Pulverlacktechnologie in den heutigen Fertigungsablauf im Detail zu untersuchen und es sind optimale Anlagenkonzepte zu erarbeiten.
* Weiterentwicklung des Nacharbeitskonzepts.
* Erarbeitung von Maßnahmen zur Reduzierung der hohen Anlaufkosten.

Akzeptanzsicherungsphase

* Korrosionsschutz- und Freibewitterungstests an pulverbeschichteten Original-Wischerteilen.
* Prüfung der Kundenakzeptanz durch einen Gemeinschaftsversuch mit Automobilkunden.
* Durchführung der Freigabemodalität bei den Kunden.

Diese Aufgabenstellungen sollen nun im Rahmen eines Fortsetzungsprojekts gemeinsam mit Automobilherstellern in einer Arbeitsgemeinschaft angegangen und bearbeitet werden. Die betrachtete Pulverbeschichtungstechnik für diesen Anwendungsfall besitzt abhängig von der Kundenakzeptanz das technische Potential für den Serieneinsatz in einem Zeitraum von etwa drei Jahren. Die Realisierung der Pulverlacktechnik für Wischerteile stellt somit einen völlig neuen Weg zur umweltschonenden Lackierung dar und ist richtungweisend für die ganze Branche.

Anhang

A1 Projekt-Arbeitsgemeinschaft

beteiligte Unternehmen	Ansprechpartner
ABAG Abfallberatungsagentur Stauferstraße 15 70736 Fellbach	Herr Grupp
AKZO Nobel Powder Coatings GmbH Markwiesenstraße 50 72770 Reutlingen	Herr Leitermann
Eisenmann Maschinenbaugesellschaft mbH Tübinger Str. 81 71032 Böblingen	Herr Keilberg
Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA Nobelstraße 12 70569 Stuttgart	Herr Hoffmann
ITT Automotive Europe GmbH Werk Bietigheim-Bissingen Stuttgarter Straße 119 74321 Bietigheim-Bissingen	Herr Lösch
J. Wagner GmbH Otto-Lilienthal-Straße 18 88677 Markdorf	Herr Schäfer
Wörwag Lack- und Farbenfabrik GmbH & Co. KG Strohgäustraße 28 70435 Stuttgart	Herr Karle